

REC'D PCT/PTO 14 JUL 2003
PCA/EP03/00441

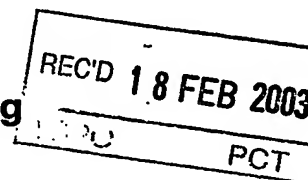
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



Aktenzeichen: 102 05 739.7

Anmeldetag: 12. Februar 2002

Anmelder/Inhaber: Ulrich Wennemann, Umkirch/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen eines Keramikteils

IPC: B 28 B und A 61 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Februar 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

MAUCHER, BÖRJES & KOLLEGEN

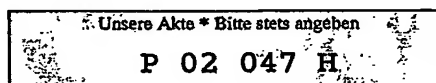
PATENT- UND RECHTSANWALTSSOZIELTÄT

Patentanwalt Dipl.-Ing. W. Maucher • Patent- und Rechtsanwalt H.Börjes-Pestalozza

Ulrich Wennemann
Beroldingerstraße 5a
79224 Umkirch

Dreikönigstraße 13
D-79102 Freiburg i. Br.

Telefon (07 61) 79 174 0
Telefax (07 61) 79 174 30



Hu/be

Verfahren zum Herstellen eines Keramikteils

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Herstellen eines Keramik-
teils, wobei in einem Pulverspritzgießprozess eine keramische
Formmasse, die als Bestandteile zumindest ein keramisches
Pulver und einen Binder enthält, unter Einwirkung von Wärme
5 und/oder Druck in die Innenhöhlung eines Formwerkzeugs einge-
spritzt wird und dort zu einem Formteil-Grünling erstarrt.

Ein derartiges Verfahren ist aus DE 42 08 476 A1 bekannt. Dabei
wird das keramische Pulver mit einem thermoplastischen Polymer
zu einem hochgefüllten Granulat vermischt. Das Granulat wird
bei der Verarbeitung in einer Schneckenspritzgießmaschine
wieder aufgeschmolzen und unter Einwirkung von Druck in die
Innenhöhlung eines temperierten Formwerkzeugs eingespritzt. Der
erstarrte Formteil-Grünling wird dem Formwerkzeug entnommen und
15 einer Entbinderung unterzogen. Das fertige Keramikteil wird
durch Sintern erhalten. Die Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens
sind jedoch begrenzt. So ist das vorbekannte Verfahren bei-
spielsweise zum Herstellen hochwertiger Kunstzähne praktisch
nicht geeignet, weil sich die nach dem Verfahren hergestellten

Keramikteile in ihren optischen Eigenschaften von denjenigen natürlicher Zähne unterscheiden.

Bei einem aus DE 42 10 781 C2 bekannten Verfahren zur Herstellung von Kunstzähnen wird zunächst ein keramischer Kern ge-
5 brannt, der die Farbe von Dentin aufweist. Dabei ist die Größe des Kerns gegenüber der Größe des fertigen Kunstzahns reduziert. Auf den Kern wird dann vom Zahntechniker sowohl Dentinmasse als auch eine Schmelzschicht aus dentalkeramischen Massen
10 aufgetragen. Anschließend wird der so vorgefertigte Kunstzahn bei Temperaturen von 900 bis 960° C gebrannt. Beim Brennen kommt es zu einer festen und dauerhaften Verbindung der verschiedenen keramischen Massen. Dadurch, dass die Größe des Kerns gegenüber der Größe des entsprechenden Kunstzahns redu-
15 ziert ist, kann der Zahntechniker sowohl opakisierte Dentinmasse als auch transparente Schmelzschichten aus dentalkeramischen Massen auf den Kern auftragen. Die so erhaltenen Kunstzähne sind zwar bezüglich ihrer Farbe und ihrer optischen Eigenschaften relativ gut an entsprechende natürliche Zähne angepasst.
20 Die Herstellung dieser Kunstzähne ist jedoch noch vergleichsweise aufwendig und teuer.

Es besteht deshalb die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das vielseitig einsetzbar ist, aber
25 dennoch eine kostengünstige serienmäßige Herstellung von Keramikteilen ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, dass nach dem Spritzen des Formteil-Grünlings in wenigstens einem weiteren Pulverspritzgießprozess zumindest eine weitere keramische Formmasse
30 unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck an den zuvor hergestellten Formteil-Grünling angespritzt wird, dass sich die Formmassen von wenigstens zwei der Pulverspritzgießprozesse

voneinander unterscheiden, und dass der durch die Pulverspritzgießprozesse erhaltene mehrkomponentige Formteil-Grünling zur Bildung des fertigen Keramikteils entbindert und gesintert wird.

5

In vorteilhafter Weise ergibt sich somit ein aus mehreren fest und dauerhaft miteinander verbundenen keramischen Komponenten bestehendes Keramikteil, das kostengünstig in Pulverspritzgießtechnik herstellbar ist. Somit kann eine aufwändige manuelle
10 Bearbeitung des Keramikteils eingespart werden. Für die einzelnen Pulverspritzgießprozesse werden zweckmäßigerweise Formmassen mit ähnlichen oder identischen Eigenschaften verwendet, die so aufeinander abgestimmt sind, dass beim Entbindern der Binder nahezu vollständig oder vollständig aus dem Formteil-Grünling
15 entfernt werden kann.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der mehrkomponentige Formteil-Grünling während des Sinterprozesses einem Unterdruck ausgesetzt wird,
20 und dass der Unterdruck oder der Unterdruckverlauf so auf die Temperatur oder den Temperaturverlauf des Sinterprozesses abgestimmt wird, dass zumindest eine durch Pulverspritzgießen hergestellte äußere Keramikkomponente, vorzugsweise alle pulververspritzten Keramikkomponenten des Keramikteils nach Beendi-
25 gung des Sinterprozesses weitgehend oder vollständig porenfrei ist (sind). Dadurch wird einerseits eine hohe Festigkeit des Keramikteils erreicht und andererseits wird aber auch die Herstellung eines Keramikteils mit einer oder mehreren optisch transparenten, pulvergespritzten Keramikkomponenten ermöglicht.

30

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung unterscheiden sich die Schmelztemperaturen der zum Pulverspritzgießen zweier unmittelbar aneinander angrenzender Keramikkomponen-

ten des mehrkomponentigen Formteil-Grünlings verwendeten keramischen Pulver um weniger als 150° C, insbesondere um weniger als 100° C und vorzugsweise um weniger als 50 ° C. Durch diese Maßnahme wird mit an sich bekannten Entbinderungsprozessen, wie
5 z.B. der katalytischen Entbinderung, ein einfaches und nahezu oder vollständig rückstandsfreies Entfernen des Binders aus dem Formteil-Grünling ermöglicht. Bei dem anschließenden Sinterprozess wird eine feste und dauerhafte Verbindung der einzelnen Keramikkomponenten des Keramikteils erreicht.

10

Vorteilhaft ist, wenn sich der Wärmeausdehnungskoeffizient der zum Pulverspritzgießen zweier unmittelbar aneinander angrenzender Keramikkomponenten des mehrkomponentigen Formteil-Grünlings verwendeten keramischen Pulver um weniger als 15%, insbesondere
15 um weniger als 10% und vorzugsweise um weniger als 5% voneinander unterscheiden. Auch durch diese Maßnahme kann eine makroskopisch und mikroskopisch einwandfreie Verbindung der einzelnen Keramikkomponenten des Keramikteils erreicht werden.

20 Eine feste und dauerhafte Verbindung der einzelnen Keramikkomponenten des Keramikteils kann auch dadurch erreicht werden, dass die Korngröße der keramischen Pulver kleiner als 50µm, insbesondere kleiner als 30µm und vorzugsweise kleiner als 10µm ist.

25

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Verfahrens wird der in dem ersten Pulverspritzgießprozess hergestellte Formteil-Grünling mit wenigstens einem weiteren Pulverspritzgießprozess mit einer keramischen Formmasse zumindest teilumspritzt und
30 gegebenenfalls vollständig umspritzt. Durch diese Maßnahme kann ein Keramikteil hergestellt werden, das eine Schichtanordnung mit zwei oder mehr Keramiksichten aufweist. Dabei ist es

sogar möglich, dass wenigstens eine Schicht ringförmig wenigstens eine weitere Schicht umgrenzt.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das
5 keramische Pulver wenigstens eines Pulverspritzgießprozesses
elektrisch leitfähig und das keramische Pulver wenigstens eines
weiteren Pulverspritzgießprozesses elektrisch isolierend. Mit
dem elektrisch leitfähigen Pulver kann dann beispielsweise eine
als elektrischer Leiter, insbesondere als Leiterbahn ausgebil-
10 dete Keramikkomponente des Keramikteils und mit dem elektrisch
isolierenden Pulver eine den Leiter oder die Leiterbahn umgren-
zende oder überdeckende isolierende Keramikkomponente des
Keramikteils gefertigt werden. Das Verfahren kann somit auch in
der Elektro- und/oder Elektronikindustrie vorteilhaft verwendet
15 werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das
keramische Pulver wenigstens eines Pulverspritzgießprozesses
derart ausgebildet, dass die daraus hergestellte Keramikkompo-
20 nente des fertigen Keramikteils transparent oder transluzent
ist, während das keramische Pulver wenigstens eines weiteren
Pulverspritzgießprozesses derart ausgebildet ist, dass die
daraus hergestellte Keramikkomponente des fertigen Keramikteils
weniger transparent ist als die andere Keramikkomponente. Das
25 erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders zur Herstel-
lung von Kunstzähnen, Zahnbrücken oder dergleichen Zahnersatz.
Dabei ist die transparente oder transluzente Keramikkomponente
des Keramikteils an der Außenwandung der Zahnbrücke oder des
Zahnersatzes angeordnet, so dass die dahinter befindliche
30 opakere Keramikkomponente durch die transparente oder translu-
zente Keramikkomponente hindurchscheint. Durch diese Maßnahme
wird eine natürliche Farbwirkung und Transparenz der kerami-
schen Zahnschubstanz erreicht. Mit dem erfindungsgemäßen Verfah-

ren können verschiedene Zahntypen, -formen und -größen hergestellt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird in
5 die Innenhöhlung des Formwerkzeugs ein Trägerteil formschlüssig
eingesetzt und bei wenigstens einem Pulverspritzgießprozess
wird mindestens eine keramische Formmasse an dieses Trägerteil
angespritzt. Dabei ist es sogar möglich, dass das Trägerteil
mit der Formmasse oder den Formmassen ringförmig umspritzt
10 wird. Durch das Trägerteil wird eine hohe Biege,- Bruch-
und/oder Zugfestigkeit des Keramikteils ermöglicht. Das Träger-
teil kann wenigstens einen Verankerungsvorsprung aufweisen, der
zum Befestigen des Keramikteils dient.

15 Das Trägerteil kann aus einem metallischen Werkstoff bestehen.
Das Trägerteil ist dann mit bekannten Verfahren herzustellen,
beispielsweise durch Gießen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht das Trägerteil
aus einem keramischen Werkstoff, vorzugsweise aus Zirkonoxid,
20 Aluminiumoxid, Siliziumnitrid und/oder Siliziumkarbid. Das
Trägerteil weist dann eine vergleichsweise große mechanische
Belastbarkeit auf. Bei einem Verfahren zur Herstellung einer
Zahnbrücke oder eines Zahnersatzes hat der keramische Werkstoff
des Trägerteils außerdem den Vorteil einer guten biologischen
25 Verträglichkeit.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgese-
hen, dass das Trägerteil wenigstens einen Verankerungsvorsprung
aufweist, der quer zueinander verlaufende Seitenwände hat, dass
30 bei wenigstens einem Pulverspritzgießprozess an mindestens eine
der Seitenwände eine keramische Formmasse derart angespritzt
wird, dass sie seitlich über den Rand dieser Seitenwand oder
die gerade Verlängerung wenigstens einer an diese Seitenwand

angrenzenden Seitenwand um ein Überstandsmaß überstehend und dass das Überstandsmaß unter Berücksichtigung einer beim Entbindern und/oder Sintern des Formteil-Grünlings auftretenden Schrumpfung derart gewählt wird, das die angespritzte Formmasse nach dem Sintern bündig mit dem Rand der sie aufweisenden Seitenwand oder der geraden Verlängerung der wenigstens einen an diese Seitenwand angrenzenden Seitenwand abschließt. Das Verfahren ermöglicht dann auf einfache Weise die Herstellung einer Zahnbrücke mit großer Biege,- Bruch- und/oder Zugfestigkeit, wobei die in Gebrauchsstellung sichtbaren Bereiche der Zahnbrücke bezüglich ihrer Farbwirkung und Transparenz etwa der Farbwirkung und Transparenz eines natürlichen Zahns entsprechen. Da die an den Verankerungsvorsprung angespritzte Formmasse bei der fertigen Zahnbrücke bündig mit dem Rand der die Formmasse aufweisenden Seitenwand oder der geraden Verlängerung der wenigstens einen an diese Seitenwand angrenzenden Seitenwand abschließt, ermöglicht die Zahnbrücke eine einfache Präparation der für die Verankerung der Zahnbrücke vorgesehenen Nachbarzähne mit der aus DE 199 48 393 C1 bekannten Vorrichtung.

Erwähnt werden soll noch, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch mehrere Keramik-Pulverspritzgusschichten ineinander gespritzt werden können.

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Längsseitenansicht eines Trägerteils,

Fig. 2 eine Seitenansicht eines durch Anspritzen einer keramischen Formmasse an das Trägerteil hergestellten

Formteil-Grünlings, wobei verdeckte Kanten des Trä-
gerteils strichliniert dargestellt sind,

- Fig. 3 eine Längsseitenansicht eines durch Anspritzen einer
5 weiteren keramischen Komponente an den in Fig. 2 ge-
zeigten Formteil-Grünling hergestellten mehrkomponen-
tigen Formteil-Grünlings, wobei verdeckte Kanten
strichliniert dargestellt sind,
- 10 Fig. 4 eine Längsseitenansicht eines durch Entbindern und
Sintern des in Fig. 3 gezeigten Formteil-Grünlings
hergestellten Keramikteils,
- Fig. 5 eine Schmalseitenansicht des in Fig. 3 gezeigten
15 Keramikteils,
- Fig. 6 eine Schmalseitenansicht des in Fig. 4 gezeigten
Keramikteils,
- 20 Fig. 7 eine Aufsicht auf ein erstes Formwerkzeugteil einer
Spritzgießmaschine, das auf einer ersten Formplatte
einer Schließvorrichtung aufgespannt ist,
- Fig. 8 eine Aufsicht auf ein zweites Formwerkzeugteil einer
25 Spritzgießmaschine, das auf der zweiten Formplatte
der Schließvorrichtung aufgespannt ist, und
- Fig. 9 eine vergrößerte Teilaufsicht auf das zweite Formwerk-
zeugteil, wobei in die Innenhöhlung dieses Formwerk-
30 zeugteils ein Trägerteil eingesetzt ist.

Eine Pulverspritzgießmaschine zum Herstellen eines als Zahnbrü-
cke zum Ersetzen wenigstens eines fehlenden Zahns ausgebildeten

Keramikteils 1 weist eine in der Zeichnung nicht näher dargestellte Spritzvorrichtung zum Einspritzen einer keramischen Formmasse in die Innenhöhlung eines temperierten Formwerkzeugs und eine Formschließvorrichtung zum Öffnen und Schließen des Formwerkzeugs auf. Die Spritzvorrichtung hat eine Einfüllöffnung, in die ein Granulat einfüllbar ist, das als Bestandteile zumindest ein keramisches Pulver und einen thermoplastischen Binder enthält. Die Einfüllöffnung ist über einen an sich bekannten Plastifizierzylinder mit einer Spritzdüse verbunden. In dem Plastifizierzylinder ist eine Förderschnecke angeordnet, in der das Granulat unter Einwirkung von Druck und Wärme zu einer plastifizierbaren Formmasse aufgeschmolzen und zu der Spritzdüse gefördert wird. Zum Einspritzen der keramischen Formmasse in die Innenhöhlung des Formwerkzeugs ist die Spritzdüse an einer Einlassöffnung eines in dem Formwerkzeug vorgesehenen Zuführkanals für die Formmasse positionierbar.

In Fig. 7 und 8 ist erkennbar, dass das Formwerkzeug ein erstes Formwerkzeugteil 2 und ein zweites Formwerkzeugteil 3 aufweist, die zwischen einer Offenstellung und einer Schließstellung relativ zueinander verstellbar sind. Das erste Formwerkzeugteil 2 ist auf einer ersten Formplatte 4 und das zweite Formwerkzeugteil 3 auf einer zweiten Formplatte 5 mit Spannelementen 6 in einer vorgegebenen Lage aufgespannt. An der ersten Formplatte 4 sind in an sich bekannter Weise Führungssäulen 7 angeordnet, die quer zu den Erstreckungsebenen der Formwerkzeugteile 2, 3 verlaufen. Auf diesen Führungssäulen 7 ist die zweite Formplatte 5 zum Öffnen und Schließen des Formwerkzeugs auf die erste Formplatte zu- und von dieser wegverschiebbar gelagert.

In Fig. 7 und 8 ist weiter erkennbar, dass die Innenhöhlung des Formwerkzeugs Kavitäten aufweist, die in den in Gebrauchstellung einander zugewandten Wandungen der Formwerkzeugteile 2, 3

beidseits der Trennebene des Formwerkzeugs vorgesehen sind. Das Formwerkzeug ist als Wendewerkzeug ausgebildet, dessen Formwerkzeugteile 2, 3 in zwei bezüglich einer Wendeachse um 180° versetzt zueinander angeordneten Wendelagen in Schließstellung
5 bringbar sind.

In Fig. 7 ist erkennbar, dass das spritzdüsenseitige erste Formwerkzeugteil 2 eine erste Kavität 8a und eine zweite Kavität 8b aufweist, die bezüglich der Wendeachse um 180° versetzt
10 zueinander angeordnet sind. Eine dritte Kavität 8c ist in dem zweiten Formwerkzeugteil 3 vorgesehen. In einer ersten Wendelage liegt die dritte Kavität 8c bei in Schließstellung befindlichem Formwerkzeug der ersten Kavität 8a gegenüber und bildet mit dieser eine erste Innenhöhlung. In einer zweiten Wendelage
15 liegt die dritte Kavität 8c bei in Schließstellung befindlichem Formwerkzeug der zweiten Kavität 8b gegenüber und bildet mit dieser eine zweite Innenhöhlung, deren Abmessungen größer sind als die der ersten Innenhöhlung.

20 Die Kavitäten 8a, 8b sind jeweils über einen Zweig 9a, 9b des Zuführkanals mit einer Verzweigungsstelle 10 verbunden, die über einen gemeinsamen Zuführkanalabschnitt an der Spritzdüse angeschlossen ist. Zum Wechselweise Verbinden der Zuführkanal-
Zweige 9a, 9b mit der Spritzdüse ist an der Verzweigungsstelle
25 ein in der Zeichnung nicht näher dargestelltes Absperrelement angeordnet.

Bei der Herstellung der Zahnbrücke wird zunächst ein brückenartiges Trägerteil 11 gefertigt. Wie in Figur 1 erkennbar ist,
30 hat das Trägerteil 11 einen zentralen Bereich 12, an dem beidseits Verankerungsvorsprünge 13 vorstehen, die durch die freien Enden des Trägerteils 11 gebildet sind. Als Werkstoff für die Herstellung des Trägerteils 11 wird eine biokompatible Keramik

verwendet, insbesondere eine Zirkonoxid-Keramik, die wegen ihrer großen Härte bevorzugt wird. Es ist aber auch möglich, das Trägerteil 11 aus einem legierten oder unlegierten metallischen Werkstoff zu fertigen, beispielsweise aus Gold oder Titan.

Bei in Offenstellung befindlichem Formwerkzeug wird das Trägerteil 11 mit den Verankerungsvorsprüngen 13 in dazu passende Aufnahmen 14 der Kavität 8a oder 8c eingesetzt. Danach wird das in der ersten Wendelage befindliche Formwerkzeug geschlossen. Die Abmessungen der durch die Kavitäten 8a, 8c gebildeten Innenhöhlung, insbesondere die lichte Weite zwischen den Aufnahmen 14, sind derart auf die Abmessungen des Trägerteils 11 abgestimmt, dass dieses in Schließstellung des Formwerkzeugs formschlüssig in der Innenhöhlung gehalten ist. Das Trägerteil 11 ist dadurch in einer vorbestimmten Lage exakt in der Innenhöhlung positioniert.

In einem ersten Pulverspritzgießprozess wird eine erste keramische Formmasse zur Bildung eines ersten Formteil-Grünlings unter Einwirkung von Wärme und Druck in die erste Innenhöhlung eines Formwerkzeugs eingespritzt. Bei der ersten keramischen Formmasse handelt es sich um eine an sich bekannte Dentalkeramik, die ein Dentinpulver und einen thermoplastischen Binder enthält. Das keramische Pulver ist derart ausgebildet, dass die daraus hergestellte Keramikkomponente des Keramikteils 1 opak oder wenig transparent ist.

Als Binder kann ein handelsüblicher Binder für Keramikspritzguss verwendet werden, beispielsweise ein Binder für Wasserentbinderung, Lösungsmittelentbinderung, katalytische Entbinderung und/oder thermische Entbinderung.

In Fig. 2 ist erkennbar, dass bei dem ersten Pulverspritzgießprozess eine erste Keramikkomponente 16 an das Trägerteil 11 angespritzt wird, welche den zentralen Bereich 12 des Trägerteils 11 und die zu dem zentralen Bereich 12 benachbarten Abschnitte der Verankerungsvorsprünge 13 ringförmig umgrenzt. Die freien Enden der Verankerungsvorsprünge 13 liegen während des Pulverspritzgießprozesses dicht an der benachbarten Wandung der Aufnahmen 14 an, so dass sie mit der keramischen Formmasse nicht in Kontakt geraten.

10

Nach dem Erstarren der keramischen Formmasse wird das Formwerkzeug geöffnet. Die Kavitäten 8a und 8c sind derart ausgebildet, dass sich das zweite Formwerkzeugteil 3 beim Öffnen des Formwerkzeugs von dem Formteil-Grünling 15 ablöst, während dieser in der Kavität 8a des ersten Formwerkzeugteils 3 verbleibt. Das in Offenstellung befindliche Formwerkzeug wird dann in die zweite Wendelage gebracht und zur Durchführung eines zweiten Pulverspritzgießprozesses wieder geschlossen. In Schließstellung des Formwerkzeugs bilden die Kavitäten 8b und 8c eine zweite Innenhöhlung, die den Formteil-Grünling 15 aufnimmt.

20

In dem zweiten Pulverspritzgießprozess wird zur Bildung eines mehrkomponentigen zweiten Formteil-Grünlings 17 eine zweite keramische Formmasse unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck in die zweite Innenhöhlung eingespritzt. Bei dieser Formmasse handelt es sich um eine an sich bekannte Dentalkeramik, die ein Schmelzkeramikpulver und einen thermoplastischen Binder enthält. Die Zusammensetzung des keramischen Pulvers unterscheidet sich insoweit von den derjenigen des für den ersten Pulverspritzgießprozesses verwendeten Keramikpulvers, dass die in dem zweiten Pulverspritzgießprozess hergestellte Keramikkomponente transparenter ist als die in dem ersten Pulverspritzgießprozess hergestellte Keramikkomponente. Im Übrigen stimmt die Zusammen-

30

setzung des ersten für den zweiten Pulverspritzgießprozess verwendeten Keramikpulvers im Wesentlichen mit der Zusammensetzung des ersten für den ersten Pulverspritzgießprozess verwendeten Keramikpulvers überein.

5

Als Binder für den zweiten Pulverspritzgießprozess kann ein handelsüblicher Binder für Keramikspritzguss verwendet werden, der vorzugsweise mit dem für den ersten Pulverspritzgießprozess verwendeten Binder übereinstimmt.

10

In Fig. 3 ist erkennbar, dass bei dem zweiten Pulverspritzgießprozess eine zweite Keramikkomponente 18 an den ersten Formteil-Grünling angespritzt wird, welche bei der fertigen Zahnbrücke die Kaufläche 19 bildet. In Fig. 3 und 5 ist erkennbar, dass die Verankerungsvorsprünge 13 des Trägerteils 11 jeweils quer zueinander verlaufende Seitenwände 20a, 20b, 20c, 20d haben und dass die zweite Keramikkomponente 18 bei dem zweiten Pulverspritzgießprozess derart an die der Kaufläche 19 zugewandte Seitenwand 20a des jeweiligen Verankerungsvorsprungs angespritzt wird, dass sie Seitenwand 20a vollständig bedeckt und mit einem umlaufenden Randbereich seitlich über den Rand der Seitenwand 20a übersteht.

Nach dem Erstarren des Formteil-Grünlings 17 wird das Formwerkzeug geöffnet und der Formteil-Grünling 17 wird mit Hilfe eines Auswerferstifts 21 aus dem zweiten Formwerkzeugteil 3 ausgeworfen oder aus diesem entnommen. Dann wird der Formteil-Grünling 17 in einem Entbinderungsprozess entbindert, wobei zumindest der in der äußeren Schicht des Keramikmaterials enthaltene Binder aus diesem entfernt wird.

Danach wird der Formteil-Grünling 17 unter Einwirkung von Wärme und Unterdruck gesintert. Der Unterdruck oder der Unterdruck-

verlauf wird so auf die Temperatur oder den Temperaturverlauf des Sinterprozesses abgestimmt, dass zumindest die durch Pulverspritzgießen hergestellte äußere Keramikkomponente 18, vorzugsweise alle pulverspritzten Keramikkomponenten 16, 18 des
5 Keramikteils 1 nach Beendigung des Sinterprozesses weitgehend oder vollständig porenfrei ist (sind). Die äußere Keramikkomponente 18 entspricht dann bezüglich ihrer Transparenz und Farbe derjenigen von natürlichem Zahnschmelz oder ist bezüglich ihrer Transparenz und Farbe zumindest derjenigen von natürlichem
10 Zahnschmelz ähnlich.

Die bei den einzelnen Pulverspritzgießprozessen für einander angrenzende Keramikkomponenten 16, 18 des Keramikteils 1 verwendeten Formmassen sind bezüglich ihrer Schmelzpunkte und
15 ihrer Wärmeausdehnungskoeffizienten so aufeinander abgestimmt, dass sich beim Sintern eine feste und weitestgehend rissfreie Verbindung zwischen den Keramikkomponenten 16, 18 ergibt.

Die Temperatur des Sinterprozesses wird kleiner gewählt als die
20 Schmelztemperatur des Werkstoffs des Trägerteils 11, so dass sich die Festigkeit des Trägerteils 11 durch den Sinterprozess nicht oder nur unwesentlich reduziert. Dennoch wird bei dem Sinterprozess auch zwischen dem Trägerteil 11 und den daran angrenzenden Keramikkomponenten 16, 18 eine feste mechanische
25 Verbindung erreicht.

Während des Entbinderns und/oder Sinterns verdichten sich die Keramikkomponenten 17, 19, wobei der Formteil-Grünling 17 auf die für das fertige Keramikteil gewünschten Abmessungen
30 schrumpft.

Das Überstandsmaß a, b, um das die Keramikkomponente 18 des Formteil-Grünlings 17 seitlich über den Rand der Seitenwand 20a

übersteht, ist unter Berücksichtigung der beim Entbindern und/oder Sintern auftretenden Schrumpfung derart gewählt, das die zweite Keramikkomponente 18 nach dem Sintern bündig mit dem Rand der Seitenwand 20a abschließt (Fig. 4 und 6).

5

Das Brückenteil kann mit Hilfe einer aus DE 199 48 393 C1 bekannten Vorrichtung auf einfache Weise am Gebiss eines Patienten verankert werden. Dabei werden in die Nachbarzähne der mit Zahnbrücke zu schließenden Zahnlücke zu den Verankerungsvorsprüngen 13 des Brückenteils exakt passende Aufnahmen eingebracht. Dann wird das Brückenteil mit den Verankerungsvorsprüngen 13 in diese Aufnahmen eingesetzt. Ein eventuell zwischen den Verankerungsvorsprüngen 13 und den Aufnahmen der Nachbarzähne verbleibender Spalt wird mit Klebstoff, Zement oder dergleichen Dichtmittel überbrückt.

/Patentansprüche

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Keramikteils (1), wobei in einem Pulverspritzgießprozess eine keramische Formmasse, die als Bestandteile zumindest ein keramisches Pulver und einen Binder enthält, unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck in die Innenhöhlung eines Formwerkzeugs eingespritzt wird und dort zu einem Formteil-Grünling (15) erstarrt, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Spritzen des Formteil-Grünlings (15) in wenigstens einem weiteren Pulverspritzgießprozess zumindest eine weitere keramische Formmasse unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck an den zuvor hergestellten Formteil-Grünling (15) angespritzt wird, dass sich die Formmassen von wenigstens zwei der Pulverspritzgießprozesse voneinander unterscheiden, und dass der durch die Pulverspritzgießprozesse erhaltene mehrkomponentige Formteil-Grünling (17) zur Bildung des fertigen Keramikteils (1) entbindert und gesintert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mehrkomponentige Formteil-Grünling (17) während des Sinterprozesses einem Unterdruck ausgesetzt wird, und dass der Unterdruck oder der Unterdruckverlauf so auf die Temperatur oder den Temperaturverlauf des Sinterprozesses abgestimmt wird, dass zumindest eine durch Pulverspritzgießen hergestellte äußere Keramikkomponente (18), vorzugsweise alle pulverspritzten Keramikkomponenten (16, 18) des Keramikteils (1) nach Beendigung des Sinterprozesses weitgehend oder vollständig porenfrei ist (sind).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Schmelztemperaturen der zum Pulverspritzgießen zweier unmittelbar aneinander angrenzender Keramikkom-

ponenten (16, 18) des mehrkomponentigen Formteil-Grünlings (17) verwendeten keramischen Pulver um weniger als 150° C, insbesondere um weniger als 100° C und vorzugsweise um weniger als 50 ° C voneinander unterscheiden.

5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Wärmeausdehnungskoeffizient der zum Pulverspritzgießen zweier unmittelbar aneinander angrenzender Keramikkomponenten (16, 18) des mehrkomponentigen Formteil-Grünlings (17) verwendeten keramischen Pulver um weniger als 15%, insbesondere um weniger als 10% und vorzugsweise um weniger als 5% voneinander unterscheiden.

10

- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngröße der keramischen Pulver kleiner als 50µm, insbesondere kleiner als 30µm und vorzugsweise kleiner als 10µm ist.

- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der in dem ersten Pulverspritzgießprozess hergestellte Formteil-Grünling (15) mit wenigstens einem weiteren Pulverspritzgießprozess mit einer keramischen Formmasse zumindest teilumspritzt und gegebenenfalls
- 25 vollständig umspritzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das keramische Pulver wenigstens eines Pulverspritzgießprozesses elektrisch leitfähig und das keramische Pulver wenigstens eines weiteren Pulverspritzgießprozesses elektrisch isolierend ist.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das keramische Pulver wenigstens eines Pulverspritzgießprozesses derart ausgebildet ist, dass die daraus hergestellte Keramikkomponenten (16, 18) des fertigen Keramikteils (1) transparent oder transluzent ist und dass das keramische Pulver wenigstens eines weiteren Pulverspritzgießprozesses derart ausgebildet ist, dass die daraus hergestellte Keramikkomponente (16, 18) des fertigen Keramikteils weniger transparent ist als die andere Keramikkomponente (18, 16).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in die Innenhöhlung des Formwerkzeugs ein Trägerteil (11) formschlüssig eingesetzt wird, und dass bei wenigstens einem Pulverspritzgießprozess mindestens eine keramische Formmasse an dieses Trägerteil (11) angespritzt wird und dass gegebenenfalls das Trägerteil (11) mit der Formmasse oder den Formmassen ringförmig umspritzt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (11) aus einem metallischen Werkstoff besteht.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (11) aus einem keramischen Werkstoff besteht, vorzugsweise aus Zirkonoxid, Aluminiumoxid, Siliziumnitrid und/oder Siliziumkarbid.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (11) wenigstens einen Verankerungsvorsprung (13) aufweist, der quer zueinander verlaufende Seitenwände (20a, 20b, 20c) hat, dass bei we-

nigstens einem Pulverspritzgießprozess an mindestens eine der Seitenwände (20a, 20b, 20c) eine keramische Formmasse derart angespritzt wird, dass sie seitlich über den Rand dieser Seitenwand (20a, 20b, 20c) oder die gerade Verlängerung wenigstens einer an diese Seitenwand (20a, 20b, 20c) angrenzenden Seitenwand (20a, 20b, 20c) um ein Überstandsmaß überstehend und dass das Überstandsmaß unter Berücksichtigung einer beim Entbindern und/oder Sintern des Formteil-Grünlings auftretenden Schrumpfung derart gewählt wird, das die angespritzte Formmasse nach dem Sintern bündig mit dem Rand der sie aufweisenden Seitenwand (20a, 20b, 20c) oder der geraden Verlängerung der wenigstens einen an diese Seitenwand (20a, 20b, 20c) angrenzenden Seitenwand (20a, 20b, 20c) abschließt.

13. Keramikteil (1), hergestellt nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Kunstzahn oder dergleichen Zahnersatz ist, insbesondere eine Zahnbrücke.

/Zusammenfassung

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Herstellen eines Keramikteils wird in einem Pulverspritzgießprozess eine keramische Formmasse, die
5 als Bestandteile zumindest ein keramisches Pulver und einen Binder enthält, unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck in die Innenhöhlung eines Formwerkzeugs eingespritzt. In der Innenhöhlung erstarrt die Formmasse zu einem Formteil-Grünling. Nach dem Spritzen des Formteil-Grünlings wird in wenigstens
10 einem weiteren Pulverspritzgießprozess zumindest eine weitere keramische Formmasse unter Einwirkung von Wärme und/oder Druck an den zuvor hergestellten Formteil-Grünling angespritzt. Die Formmassen von wenigstens zwei der Pulverspritzgießprozesse unterscheiden sich voneinander. Der durch die Pulverspritzgieß-
15 prozesse erhaltene mehrkomponentige Formteil-Grünling wird zur Bildung des fertigen Keramikteils entbindert und danach gesintert. (Fig. 4)

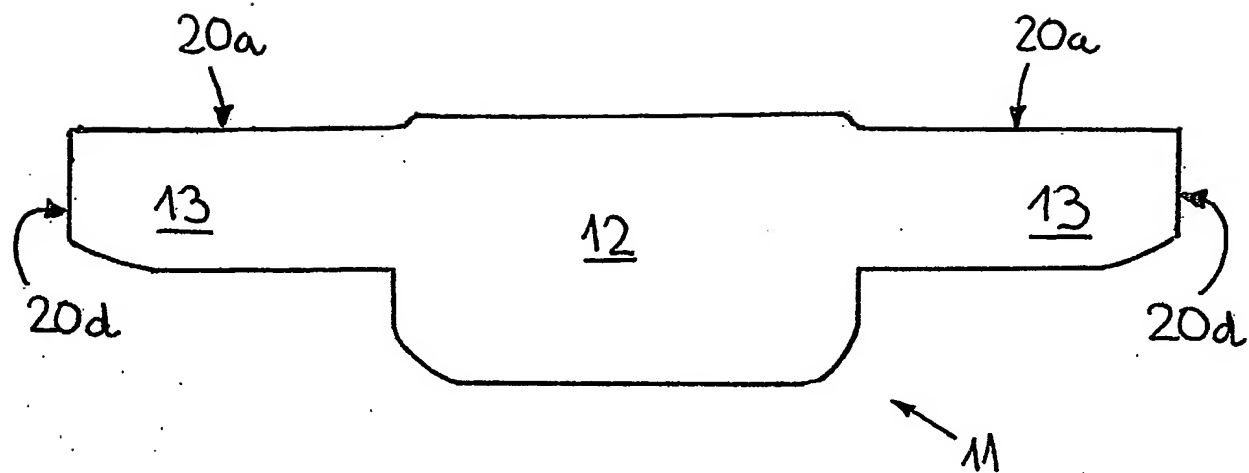


Fig. 1

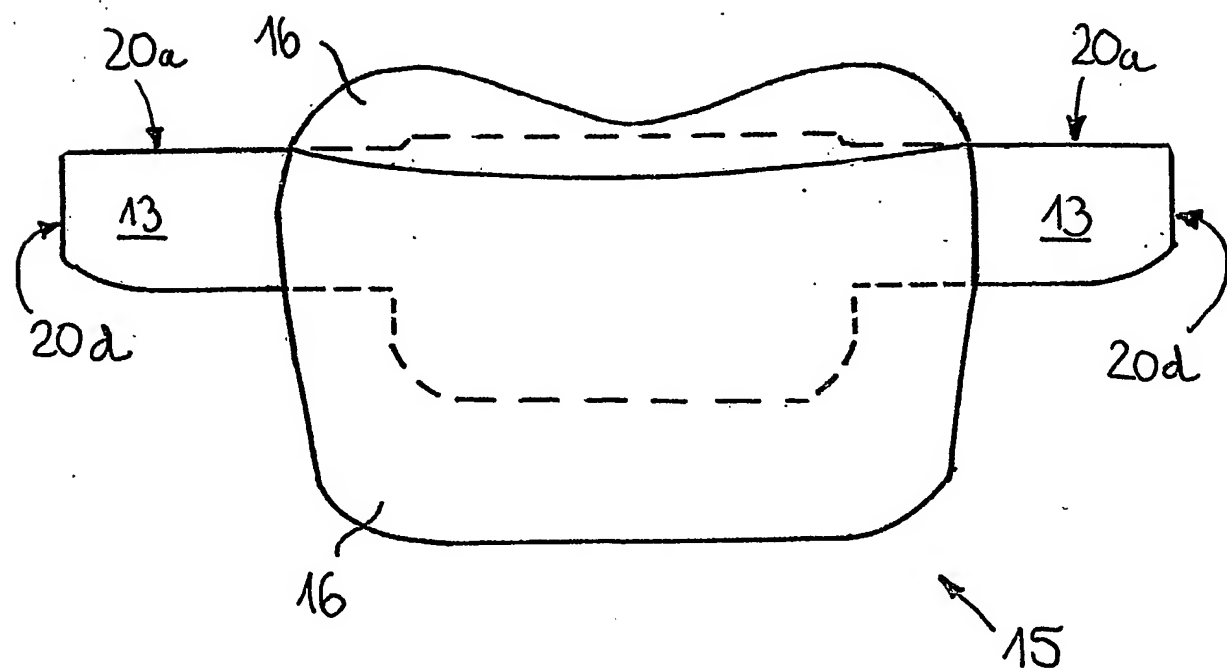


Fig. 2

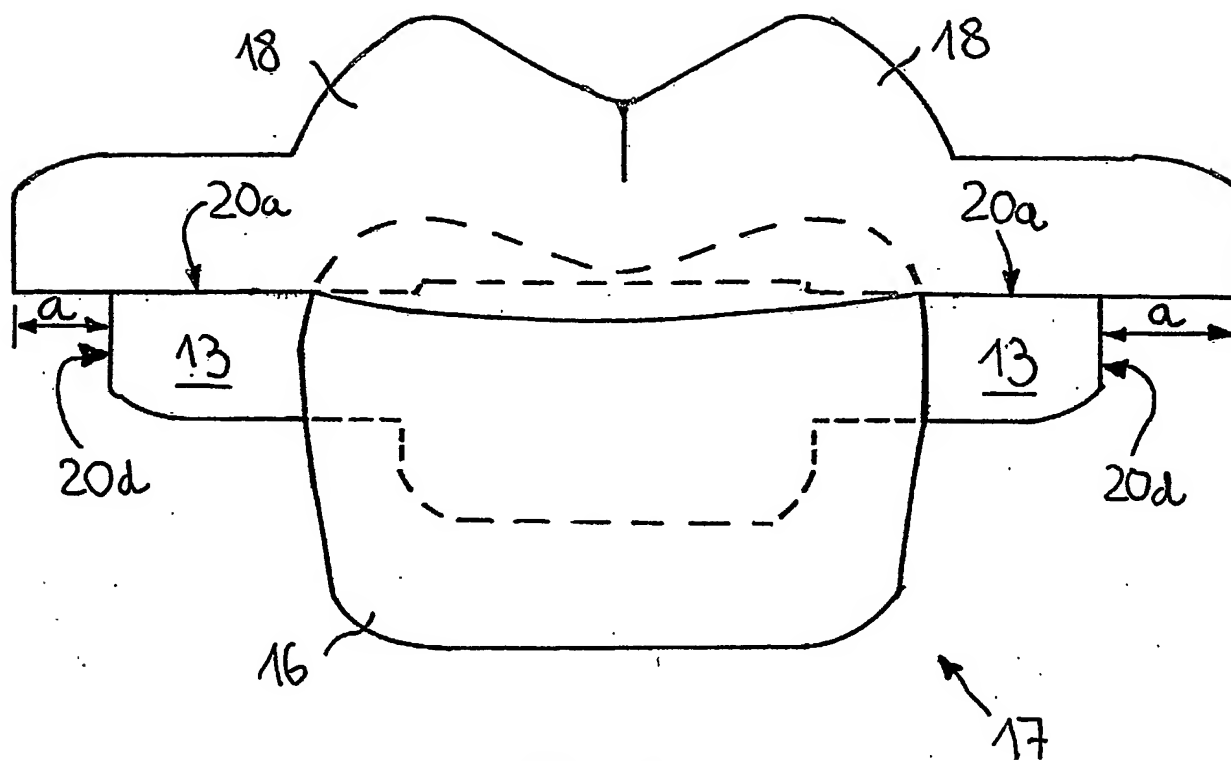


Fig. 3

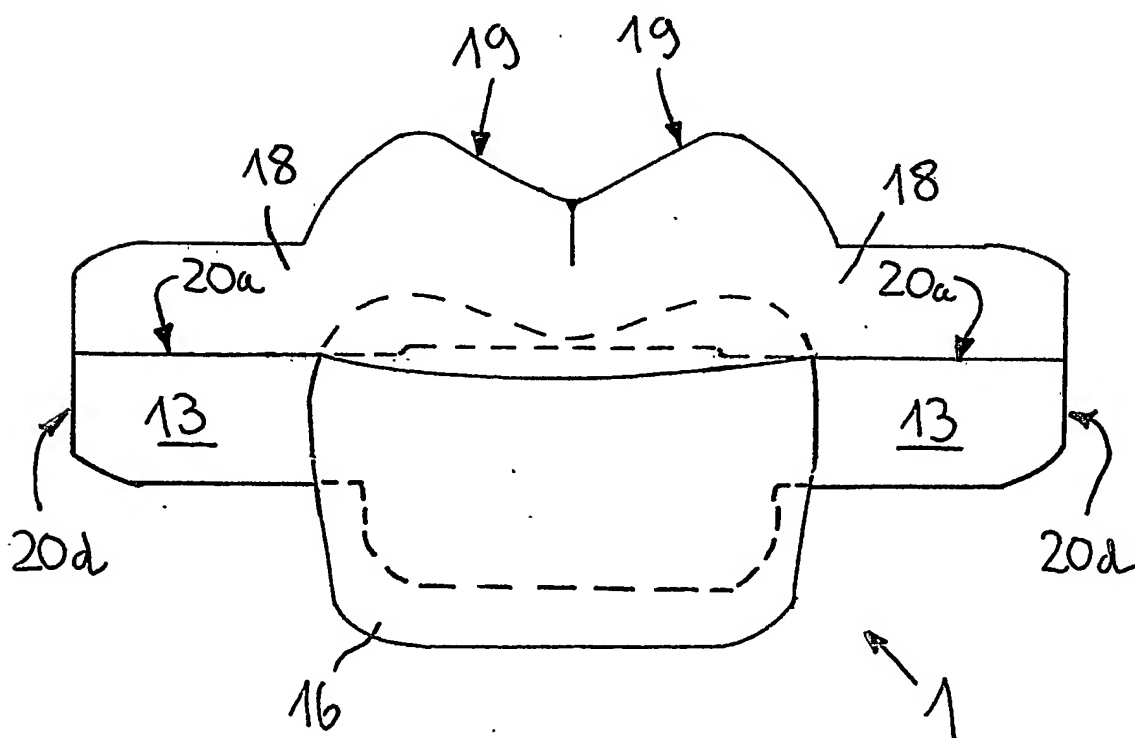


Fig. 4

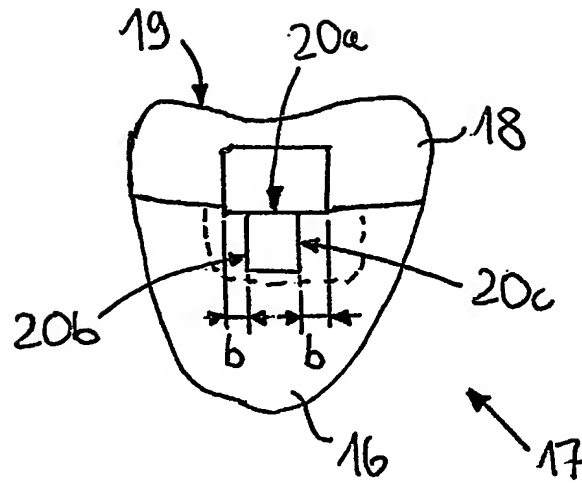


Fig. 5

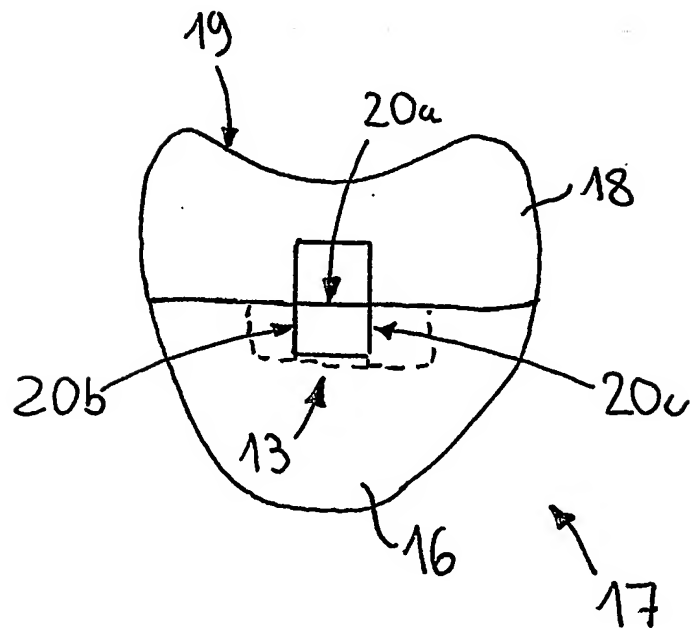
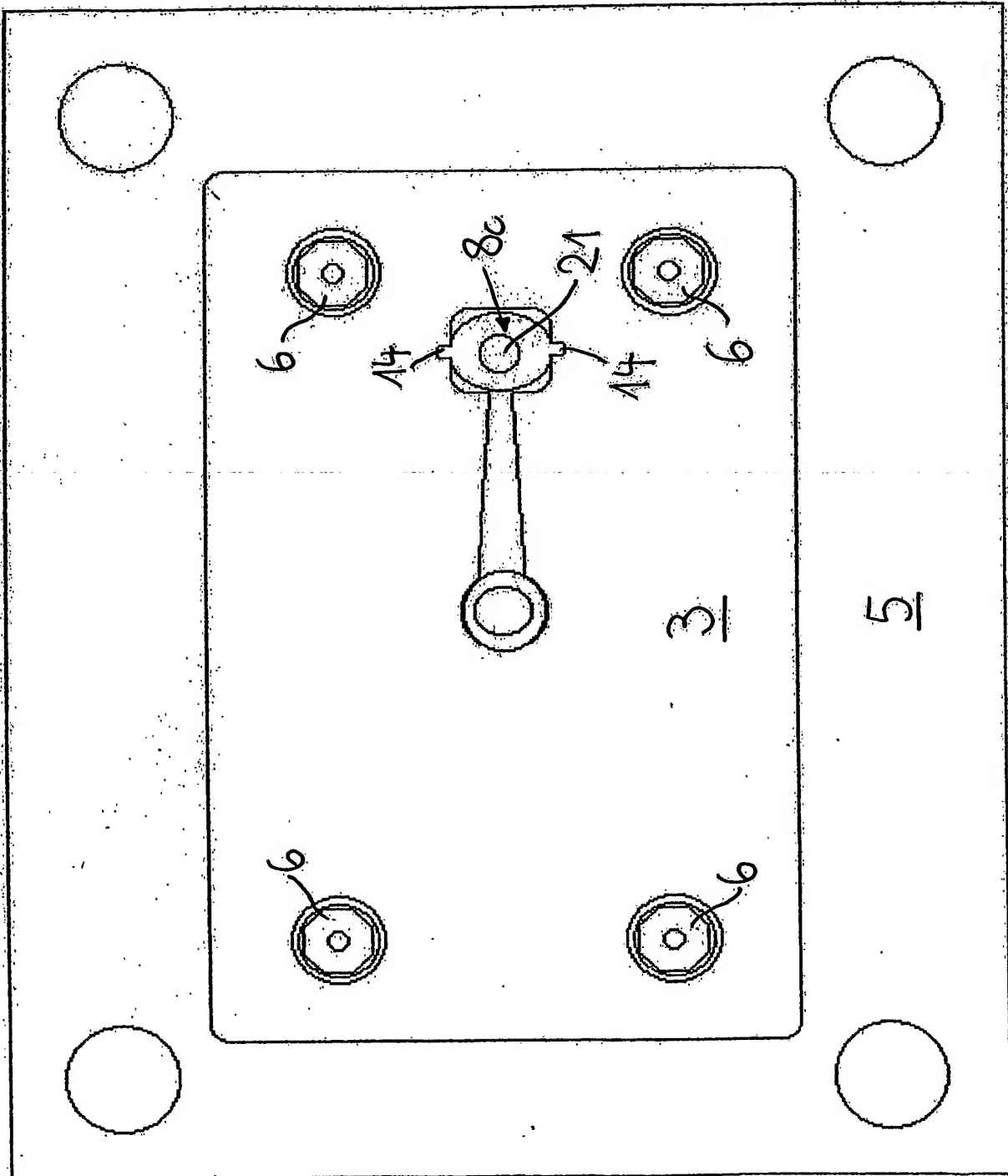


Fig. 6

Fig. 8



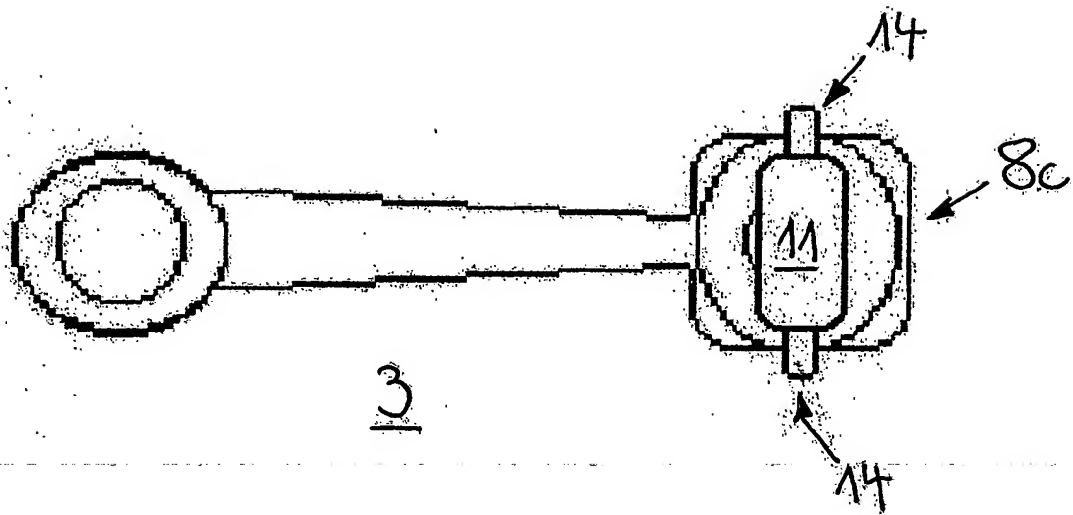


Fig. 9